



Los Libertadores
Fundación Universitaria

**PLAN DE MUESTREO PARA ESTIMAR EL CONSUMO PROMEDIO DE LOS
USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE
PITALITO - HUILA**

**HERNANDO MORENO VARGAS
LUÍS MIGUEL CABRERA GONZÁLEZ**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA
BOGOTÁ, D.C.
2016**



Los Libertadores
Fundación Universitaria

**PLAN DE MUESTREO PARA ESTIMAR EL CONSUMO PROMEDIO DE LOS
USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE
PITALITO - HUILA**

**HERNANDO MORENO VARGAS
LUÍS MIGUEL CABRERA GONZÁLEZ**

Trabajo final Metodología de la Investigación

**Profesor:
MARTHA TATIANA PAMELA JIMENEZ VALDERRAMA
Estadística y Ms.C en Ciencias
Estadísticas de la Universidad Nacional
de Colombia**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA
BOGOTÁ, D.C.
2016**

Tabla de contenidos

1. Introducción	6
1.1 Planteamiento del problema	6
1.2 Formulación del problema (pregunta de investigación)	7
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivos	8
2. Marco de Referencia	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Servicio público de acueducto	10
3. Marco Teórico	13
3.1. Muestreo estratificado	13
3.2. Afijación de Neyman	15
3.3. Afijación proporcional al tamaño de la muestra	16
3.4. Muestreo aleatorio simple - MAS	16
3.5 Estimación del consumo promedio	17
3.5.1 Muestreo Estratificado – determinación del promedio:	17
3.5.2 Estimadores que se utilizaran en este método de muestreo son los siguientes:	18
3.5.3 Diseño de muestreo estratificado con afijación proporcional	18
3.5.4 Diseño de muestreo estratificado con afijación de Neyman:	18
3.5.5 Para un diseño de muestreo aleatorio simple, el estimador Horvitz-Thompson del total poblacional τ_y , su varianza y su varianza estimada están dados por:	18
3.6 Tamaño de la muestra	18
4. Marco Metodológico	19
4.1. Marco de muestreo	20
5. Análisis y Resultados	22
5.1. Tamaño de la muestra	22
5.2. Muestreo estratificado con diseño proporcional a la muestra.	23
5.3. Muestreo estratificado con diseño proporcional a la varianza.	23
5.4. Cálculo del Deff	24
6. Conclusiones y Recomendaciones	25
7. Lista de Referencias	26

Lista de figuras

Figura 1. Participación quejas por estrato	6
Figura 2. Servicio público domiciliario por el cual reclama	6
Figura 3. Ficha técnica.....	22

Lista de tablas

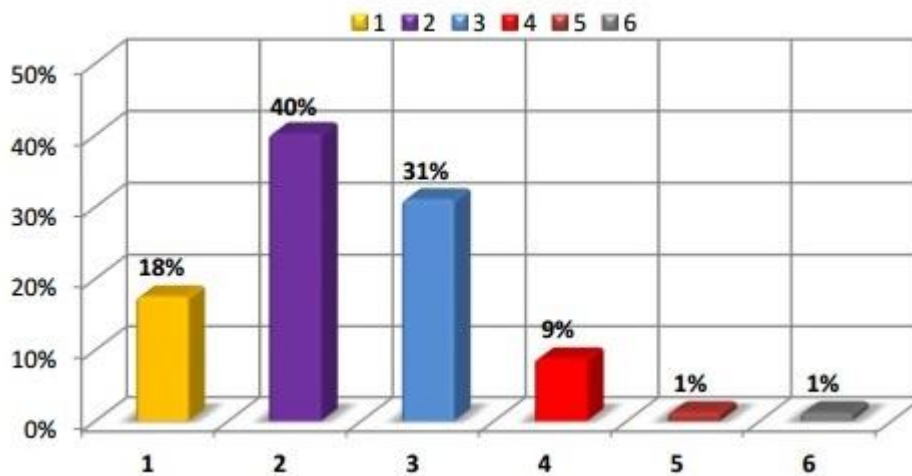
Tabla 1. Obtención tamaño muestral proporcional a la muestra y a la varianza.....	22
Tabla 2. Aplicación diseño proporcional al tamaño de la muestra.....	23
Tabla 3. Aplicación diseño proporcional al tamaño de la varianza - Neyman.....	24

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

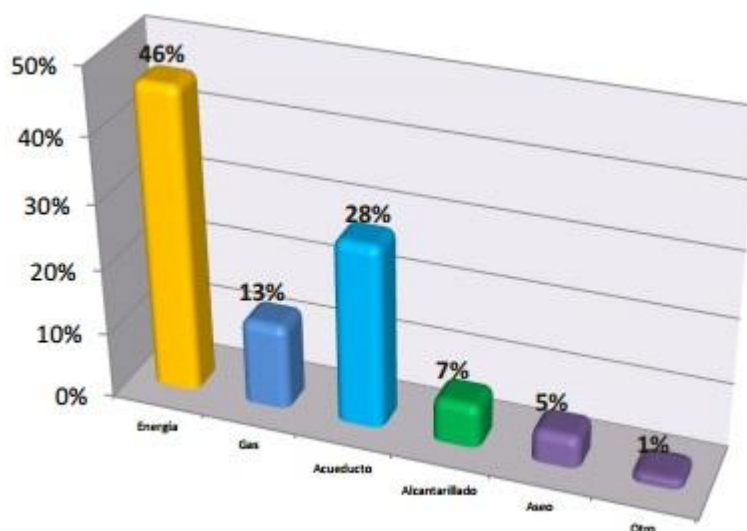
La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD, dentro de su política de calidad evalúa la atención realizada por la entidad por medio de encuestas, cuyo resultado para el año 2015 fue procesado por Triviño (2016), destacándose dos aspectos interesantes como son las quejas por estrato y por servicio:

Figura 1. Participación quejas por estrato



Fuente. Triviño (2016). Encuesta NSC-U –DGT-2015

Figura 2. Servicio público domiciliario por el cual reclama



Fuente. Triviño (2016). Encuesta NSC-U –DGT-2015

Se observa a nivel nacional que la mayoría de los reclamos los realizan usuarios de los estratos 1, 2 y 3 (89%) y el servicio público de acueducto es el segundo servicio más reclamado (28%).

A nivel del municipio de Pitalito – Huila, se evidencia el malestar mediante quejas presentadas ante los medios de comunicación municipales, por algunas fallas en la prestación del servicio público de acueducto, insatisfacción que motiva a conocer el consumo promedio (demanda) con respecto a la oferta del servicio por parte de la empresa de acueducto del municipio de Pitalito (Huila) - Empitalito.

1.2 Formulación del problema (pregunta de investigación)

¿Qué plan de muestreo es el más indicado para evaluar el consumo promedio (demanda) de los usuarios del servicio público de acueducto del municipio de Pitalito – Huila?

1.3 Justificación

A la fecha, la ciudad de Pitalito no cuenta con un estudio de evaluación de la prestación del servicio de acueducto, donde el cuentahabiente exprese su grado de satisfacción con respecto a la calidad del servicio recibido y de otra parte que la empresa de acueducto del municipio de Pitalito - Empitalito pueda responder a la demanda creciente del consumo de agua.

La cultura de la evaluación de calidad de los servicios prestados por las organizaciones, es un imperativo en la actualidad, razón por la cual es necesario que la empresa de acueducto de la ciudad de Pitalito - Empitalito, cuente con instrumentos que le permitan evaluar la calidad del servicio prestado y así tener elementos de juicio para implementar alternativas de mejoramiento, entre las cuales se destaca la cobertura física de la red de acueducto y alcantarillado para responder a la demanda crecimiento del consumo

derivado del crecimiento poblacional e industrial.

Las técnicas de muestreo, son herramientas cuantitativas que permiten ahorrar dinero y son mucho más eficientes para realizar estudios de evaluación del servicio prestado y así poder contar con información pertinente que dé cuenta de la realidad del servicio prestado, que a su vez le permite a Empitalito tomar decisiones frente al mejoramiento de la cobertura y calidad de sus servicios.

1.4 Objetivos

- **Objetivo General**

Determinar un diseño estadístico de muestreo que permita estimar el consumo promedio de los usuarios del servicio público de acueducto en el municipio de Pitalito – Huila.

- **Objetivos Específicos**

- Construir el marco muestral para determinar el diseño de la muestra que permita medir el consumo promedio de los usuarios del servicio público de acueducto en el municipio de Pitalito – Huila.
- Estimar el comportamiento del consumo promedio de los usuarios (demanda) con respecto a la prestación del servicio de acueducto (oferta).
- Comparar entre el muestreo estratificado con diseño proporcional a la muestra y el muestreo estratificado con diseño proporcional a la varianza, cual es el más eficiente.

2. Marco de Referencia

2.1 Antecedentes

La calidad es un factor importante de competitividad entre las organizaciones insertas en la dinámica de la globalidad, razón por la cual, las empresas realizan procesos de evaluación de sus servicios y la respectiva percepción de los usuarios. La calidad además de generar mejores servicios, disminuir costos, puede aumentar la rentabilidad financiera, convertirse en factor de motivación para el personal e incrementar la imagen puntos clave en la satisfacción de los clientes (Barrera et al, 1998).

Estudios detallados con respecto a la satisfacción de los usuarios de servicios públicos domiciliarios son escasos, la mayoría se asocian con la satisfacción y fidelidad de clientes, pero se destacan:

A nivel nacional, las Empresas Públicas de Medellín – EPM, en convenio con la Universidad de Antioquia, realizaron un estudio sobre los niveles de satisfacción de los clientes del servicio de telefonía, liderado por Barrera et al (1998), cuyo objetivo de la investigación recomienda enmarcar los resultados en la construcción de la calidad, bajo los postulados del despliegue de la función de calidad (QFD: Quality function deployment), como una actividad reiterativa, donde cobra más valor la investigación en la medida que se constituye en el punto de partida del diseño de los servicios como procesos de mejoramiento continuo.

Abordando una investigación de mercados, Alonso & Niño (2002), estructuran un modelo de servicio al cliente de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB – ESP, donde identifican las necesidades y expectativas, así como como la priorización de dichas necesidades por estrato y tipo de servicio ofrecido por la empresa.

2.2 Servicio público de acueducto

El servicio público de acueducto es un servicio esencial para el normal desarrollo de la sociedad; para entender un poco más acerca de un acueducto, la página DefiniciónABC¹ lo describe como aquellas construcciones que tienen por objetivo principal la conducción del agua desde un punto hasta otro para permitir que personas o comunidades tengan acceso a ella. El acueducto es, tal como lo dice su nombre un conducto exclusivo para el agua.

En Colombia el servicio público de acueducto al igual que otros servicios públicos son regidos por la ley 142 de 1994, que determina la intervención del estado en dichos servicios con el objetivo de garantizar calidad, ampliación de cobertura, atención prioritaria, etc. Lo anterior evidencia el interés del estado con prestar un servicio público de acueducto de calidad, generando así, interrogantes como: ¿Qué es un servicio público? ¿Qué es servicio al cliente o usuario? ¿Cómo lograr la satisfacción de un cliente o usuario? Para dar respuesta a las interrogantes, primero se debe identificar la diferencia entre cliente y usuario, que, aunque parezcan lo mismo son diferentes.

American Marketing Association (A.M.A.), define cliente como "el comprador potencial o real de los productos o servicios" de los que puede prescindir si no encuentra en un momento dado una satisfacción plena, mientras que un usuario es una persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble donde este se presta, o como receptor directo del servicio (Ley 142 de 1994). Para un usuario no es fácil desistir de la prestación de un servicio, porque en el caso del servicio público de acueducto en su gran mayoría es un monopolio del estado.

Duque (2005), cita La Real Academia Española (RAE), la cual define servicio público como una actividad llevada a cabo por la Administración, o bajo un cierto control y regulación de ésta, por una organización, especializada o no, y destinada a satisfacer

¹ DefiniciónABC_ <http://www.definicionabc.com/tecnologia/acueducto.php>

necesidades de la colectividad. **Servicio** es entonces entendido como el trabajo, la actividad y/o los beneficios que producen satisfacción a un consumidor.

Barrera et al (1988), establece que los servicios son intangibles, heterogéneos (no estandarizados), inseparables (se consumen en el mismo momento de producción) y caucibles (no se pueden almacenar) y de acuerdo con Pérez (2015), "un buen servicio es la capacidad que tiene una empresa para lograr la mayor satisfacción del cliente o usuario, en razón del bien o servicio recibido. Una de las características principales de un buen servicio es que el cliente o usuario es el objetivo principal.

En Colombia el modelo ISO 9001 fue tomado del modelo ACSI de Satisfacción del cliente que es un indicador que establece el nivel de satisfacción de los ciudadanos de los EEUU con los productos y servicios recibidos desde 1994.

El modelo básico creado por el National Quality Research Center - NQRC consiste en un sistema de ecuaciones que describen las relaciones entre seis constructos que son: *la calidad percibida, las expectativas del cliente, el valor percibido, la satisfacción del cliente, la fidelidad del cliente y las quejas del cliente*. Cada uno de estos constructos se mide usando varios indicadores dentro de una misma encuesta para incrementar la precisión de la medición. Cada uno de los indicadores tiene la opción de ser respondido usando una escala de diez puntos para mejorar la fiabilidad y reducir el error en los índices. Esto también incrementa la posibilidad de detectar cambios que pueden perderse si se usa una escala con menor número de puntos.²

En la prestación del servicio público de acueducto la línea de fidelidad no está presente debido que los usuarios no tienen otras alternativas de compra del servicio, el monopolio en la prestación del servicio está en manos del municipio. Veamos el significado de los constructos:

Expectativas del usuario: son una medida anticipada de la calidad que el usuario espera recibir por el servicio que la organización ofrece.

² National Quality Research Center (NQRC): Centro Nacional para la Investigación de la Calidad de la Escuela de Negocios de la Universidad de Michigan (Estados Unidos de Norteamérica)

Calidad percibida: tomando como entrada las expectativas del usuario, la Calidad percibida se considera asociada principalmente a 2 factores: *la personalización y la fiabilidad*. Las preguntas buscan determinar en qué medida el producto se adapta al usuario, y con qué frecuencia cree que el producto o servicio va a fallar.

Valor percibido: este parámetro expresa la relación entre la calidad obtenida y el precio pagado.

Quejas del usuario: las quejas son la expresión más palpable de la insatisfacción. Cuanto más satisfecho está un usuario, menos ganas tiene de expresar una queja.

Dentro de la calidad percibida se encuentra la variable de interés: consumo promedio.

En el caso de Empitalito, la lectura del consumo por parte del usuario se realiza mensualmente, con lo cual se puede obtener el consumo promedio anual para analizar el comportamiento de la demanda y la oferta.

El análisis de la variable consumo, permite estimar la demanda por parte de los usuarios del servicio de acueducto para así Empitalito diseñar estrategias para mejorar la cobertura del servicio.

3. Marco Teórico

Empitalito ha estructurado el servicio de acueducto, alcantarillado y aseo por medio de estratos (variable socioeconómica), los cuales guardan un grado de homogeneidad interna facilitando aplicar estrategias de muestreo estratificado, el cual permite ahorrar esfuerzos físicos y económicos, al evaluar diversas variables como por ejemplo el consumo promedio y así determinar la correspondencia entre la demanda por parte de los usuarios y la calidad de la oferta por parte de la empresa.

3.1. Muestreo estratificado

Valliant, Dorfman & Royall (2000), definen la estratificación como una de las técnicas más difundidas y usadas en muestreo puesto que tiene funcionalidades estadísticas y administrativas que la hacen atractiva: permite tratar con Subpoblaciones, aumenta la eficiencia de las estimaciones y contribuye a la administración eficiente de grandes encuestas.

Según Tellez, Iemus & Guerrero (2014), el muestreo estratificado se implementa cuando se puede utilizar una **variable auxiliar** (estrato socioeconómico) para agrupar a los elementos de la población en subconjuntos llamados estratos, con la particularidad de ser homogéneos internamente, pero heterogéneos entre ellos, generando así, las condiciones para una adecuada estratificación.

De igual forma, sugieren las siguientes razones para recurrir al muestreo estratificado:

- Protege contra la posibilidad de obtener una mala muestra.
- Obtener datos de precisión sobre subgrupos o estratos.
- Mayor eficiencia en la administración y reducción de costos.
- De hacerse correctamente, se obtienen estimaciones más precisas para toda la población.

El muestreo estratificado es un diseño de muestreo probabilístico (probabilidad mayor de cero de ser incluido) en el que se divide a la población en subgrupos o estratos. La estratificación puede basarse en una amplia variedad de atributos o características de la población como edad, género, nivel socioeconómico, ocupación, etc.

Así, se considera una población heterogénea con N unidades, y en la que se subdivide en L subpoblaciones denominados estratos lo más homogéneas posibles no solapadas, atendiendo a criterios que puedan ser importantes en el estudio, de tamaños N_1, N_2, \dots, N_L . Obviamente.

$$N_1 + N_2 + \dots + N_L = N \quad (1)$$

Donde N es el total de individuos de la población. La muestra estratificada de tamaño n se obtiene seleccionando una muestra aleatoria simple de tamaño n_h ($h = 1, 2, \dots, L$) de cada uno de los estratos en que se subdivide la población de forma independiente. De igual modo,

$$n_1 + n_2 + \dots + n_L = n \quad (2)$$

Donde n es el tamaño de la muestra que se quiere seleccionar. Se puede expresar la formación de estratos en la población y la formación de la muestra estratificada de la forma siguiente:

$$\text{Población} = \{u_1, u_2, \dots, u_N\} \rightarrow \text{se divide en } L \text{ estratos}$$

$$\left[\begin{array}{cccc} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1N_1} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2N_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{L1} & u_{L2} & \dots & u_{LN_L} \end{array} \right] \quad \sum_{h=1}^L N_h = N \quad (3)$$

Se selecciona una muestra de tamaño n ,

$\{u_1, u_2, \dots, u_n\} \rightarrow$ se extrae en cada estrato

$$\begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} \dots & u_{1n_1} \\ u_{21} & u_{22} \dots & u_{2n_2} \\ \dots & \dots & \dots \\ u_{L1} & u_{L2} \dots & u_{Ln_L} \end{bmatrix} \quad \sum_{h=1}^L n_h = n \quad (4)$$

Este muestreo se utiliza cuando la población de estudio es muy heterogénea debido que se requeriría un gran esfuerzo muestral para obtener cierta precisión mientras que, si la población está dividida en grupos, bloques o estratos que sean internamente homogéneos, el esfuerzo en cada grupo será mínimo resultando globalmente un esfuerzo menor.

Razones para el uso del muestreo estratificado son las siguientes:

- El muestreo estratificado puede aportar información más precisa de algunas subpoblaciones que varían bastante en tamaño y propiedades entre sí, pero que son homogéneas dentro de sí. Los estratos deberían en lo posible estar constituidos por unidades homogéneas.
- El uso adecuado del muestro estratificado puede generar ganancia en precisión, pues al dividir una población heterogénea en estratos homogéneos, el muestreo en estos estratos tiene poco error debido precisamente a la homogeneidad.
- Motivaciones de tipo geográfico ya que se requieren estimaciones para ciertas áreas o regiones geográficas.

3.2. Afijación de Neyman

La afijación de Neyman o afijación de mínima varianza consiste en determinar los valores de n_h (número de unidades que se extraen del estrato h -ésimo para la muestra)

de forma que para un tamaño de muestra fijo igual a n , la varianza de los estimadores sea mínima.

Así mismo, (Vivanco, 2005, p.89) afirma que la afijación de Neyman, tiene el propósito de minimizar la varianza del estimador para un tamaño de estratos predefinido. En particular, los estratos de menos varianza serán más pequeños y los de varianza mayor serán más grandes. La lógica que subyace a esta afijación es que en estratos de elementos similares no es necesario muestrear muchos elementos y solo cabe sacar muestras grandes en estratos con valores heterogéneos.

3.3. Afijación proporcional al tamaño de la muestra

Tellez, Iemus & Guerrero (2014), la definen como aquella asignación que realiza una división del tamaño de muestra n proporcional al tamaño de cada estrato, N_h :

$$n_h = \frac{N_h}{N} n \quad (5)$$

Y consiste en asignar a cada estrato un número de unidades muestrales proporcional a su tamaño. Las n unidades de la muestra se distribuyen proporcionalmente a los tamaños de los estratos expresados en número de unidades.

Mientras para Vivanco (2005), la característica distintiva de la afijación proporcional es que el tamaño de los estratos muestrales es proporcional al tamaño de los estratos poblacionales. Asegurando que la afijación proporcional da lugar a un muestreo autoponderado. En efecto, al mantener la fracción del muestreo proporcional en todos los estratos asegura que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de pertenecer a la muestra.

3.4. Muestreo aleatorio simple - MAS

Borda, Tiesca y Navarro (2014) lo describen como uno de los métodos más sencillos y es el más utilizado; su característica principal consiste en que todas las unidades del universo tienen probabilidad (mayor de cero) de ser incluidas en la muestra.

De igual manera, Tellez, Iemus y Guerrero (2014) lo considera apropiado cuando la población que se muestra puede considerarse homogénea, es decir, cuando la distribución de valores de la variable de interés no depende de ciertas características de las unidades o elementos de la población.

Así, Gutiérrez (2015) describe el muestreo aleatorio simple como la forma más básica de selección de muestras. Supone la existencia de homogeneidad en los valores poblacionales de la característica de interés. Partiendo de esta asunción, este diseño provee probabilidades de selección idénticas para cada una de las posibles muestras pertenecientes al soporte, y cita un ejemplo de Q. Lohr (2000) respecto del uso del diseño de muestreo aleatorio simple diciendo que, cuando la población es homogénea, el investigador no necesita examinar todos los elementos de la población, así como el encargado del análisis médico no necesita obtener toda la sangre para medir la cantidad de glóbulos rojos.

3.5 Estimación del consumo promedio

Teniendo en cuenta que se trabaja con una población finita de usuarios del año 2015, se procede a seleccionar una muestra sin reemplazo en el respectivo diseño muestral aplicado.

3.5.1 Muestreo Estratificado – determinación del promedio:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{k \in U} y_k}{N} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^H \sum_{k \in U_h} y_k = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^H N_h \bar{y}_h \quad (6)$$

$$\text{donde } \bar{y}_h = \frac{1}{N_h} \sum_{k \in U_h} y_k$$

3.5.2 Estimadores que se utilizaran en este método de muestreo son los siguientes:

a. Promedio de interés:

$$\tilde{y}_S = \frac{\hat{t}_{y,\pi}}{N} = \sum_S \frac{y_k}{\pi_k} / \sum_S \frac{1}{\pi_k} \quad (7)$$

b. Varianza estimada:

$$\widehat{Var}(\tilde{y}_S) = \frac{1}{\hat{N}^2} \sum \sum_S \frac{\Delta}{\pi_{kl}} \left(\frac{y_k - \tilde{y}_S}{\pi_k} \right) \left(\frac{y_l - \tilde{y}_S}{\pi_l} \right) \quad (8)$$

3.5.3 Diseño de muestreo estratificado con afijación proporcional.

$$\hat{t}_{y,\pi} = \frac{N}{n} \sum_{k \in S} y_k \quad (9)$$

$$\widehat{Var}_{MAE}(\hat{t}_{y,\pi}) = \frac{N^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N} \right) \sum_{h=1}^H \frac{n_h}{n} S_{ysh}^2 \quad (10)$$

3.5.4 Diseño de muestreo estratificado con afijación de Neyman:

$$n_h = \frac{N_h S_y U_h}{\sum_{h=1}^H N_h S_y U_h} \quad (11)$$

donde $S_y U_h = \sqrt{S_y^2 U_h}$

3.5.5 Para un diseño de muestreo aleatorio simple, el estimador Horvitz-Thompson del total poblacional t_y , su varianza y su varianza estimada están dados por:

$$\hat{t}_{y,h,\pi} = \frac{N_h}{n_h} \sum_{k \in S_h} y_k \quad (13)$$

$$\widehat{Var}_{MAS}(\hat{t}_{y,h,\pi}) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h} \right) S_{yU_h}^2 \quad (14)$$

3.6 Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra calculado fue de 497.

$$n = 497$$

4. Marco Metodológico

Realizar un estudio sobre toda una población no es viable en términos económicos ni físicos, como afirma Gutiérrez (2015): el muestreo es un procedimiento que responde a la necesidad de información estadística precisa sobre la población y los conjuntos de elementos que la conforman; el muestreo trata con investigaciones parciales sobre la población que apuntan a inferir a la población completa.

A continuación, se describen los elementos conceptuales de muestreo tomando como referencia a Gutiérrez (2015).

- **Población objetivo:** es la colección completa de todas las unidades que se quieren estudiar.

Para este caso se cuenta con la base de datos de los usuarios del servicio de acueducto de la ciudad de Pitalito del año 2015, provista por la empresa de acueducto de Pitalito – Empitalito, compuesta por el registro de la acometida en cada predio y organizada por barrios en estratos.

- **Muestra:** es un subconjunto de la población.

Se conformará la muestra tomando una parte del registro de los usuarios (acometidas), seleccionados mediante dos diseños muestrales para su respectiva evaluación.

- **Unidad de muestreo:** es el objeto a ser seleccionado en la muestra que permitirá el acceso a la unidad de observación.

En este caso se toma la acometida (registro) ubicado dentro de un estrato, para el se cuenta con la respectiva dirección del predio.

- **Unidad de observación:** es el objeto sobre el que finalmente se realiza la medición.

Usuario que habita en el predio registrado con la acometida provista por Empitalito.

- **Variable de interés:** es la característica propia de los individuos sobre la que se realiza la inferencia para resolver los objetivos de la investigación.
Se corresponde con el comportamiento de la lectura del consumo promedio per cápita.
- **Parámetro de interés:**
Promedio del consumo anual por usuario del sistema de acueducto.
- **Observaciones:** el consumo promedio se obtiene por intermedio de Empitalito, quienes tienen las lecturas mensuales de cada usuario.
- **Procesamiento:** los datos se editan y se preparan para la etapa de muestreo y cálculo de la estimación.
- **Estimación:** se calcula la estimación sobre el parámetro de interés que obedece al consumo promedio.

4.1. Marco de muestreo

Se aplica un muestreo probabilístico (todas las unidades tienen la misma probabilidad de inclusión), es decir, se cuenta con un **marco muestral** (dispositivo) que permite identificar, seleccionar y ubicar a todos y cada uno de los usuarios del servicio de acueducto del año 2015, es decir, se cuenta con una **lista** (Base de datos), en la cual, se encuentran los **elementos** (viviendas en las cuales se encuentran los usuarios del servicio) organizados por barrios y estos a su vez, organizados por **estratos** (división socioeconómica), cuya ventaja es que son homogéneos dentro de sí y heterogéneos entre sí.

El marco muestral contiene **información auxiliar** como lo es el estrato, el cual facilita la aplicación de diseños muestrales y/o estimadores contribuyendo a la precisión de los resultados. Dicha información se puede clasificar como **discreta**, pues facilita desagregar la población objetivo en categorías o estratos (nivel socioeconómico).

La información auxiliar (estrato) se puede relacionar con el consumo promedio (variable de interés), parte del objetivo de esta investigación.

Entre las ventajas del marco muestral (base de datos de usuarios de Empitalito), se depuró de tal manera que no fuera defectuoso (Sobre-cobertura, Sub-cobertura o duplicación), con lo cual se minimizan los errores de cálculo al generar las respectivas estimaciones, evitando el sesgo y la posible invalidez de los resultados.

5. Análisis y Resultados

Figura 3. Ficha técnica

FICHA TÉCNICA	
PROFESIONALES QUE LA ESTRUCTURARON	HERNANDO MORENO V. LUIS MIGUEL CABRERA G
UNIVERSIDAD QUE LA ENCOMENDO	U. Los Libertadores
TIPO DE MUESTRA	Estratificado con fijación Neyman y selección M.A.S.
TAMAÑO DE LA MUESTRA	497
COEFICIENTE DE CONFIANZA	95%
UNIVERSO A ENCUESTAR	Personas mayores de 18 años responsables del hogar en el sector urbano del municipio de Pitalito – Huila.
MARGEN DE ERROR CALCULADO	5%

Fuente: Elaboración propia

5.1. Tamaño de la muestra

La base de datos se compone de 20307 usuarios del servicio de acueducto de Pitalito a nivel residencial, la cual se caracteriza por tener cuatro estratos, obteniéndose la respectiva muestra, mediante el concepto de especialistas, obteniéndose una muestra de tamaño $n= 497$

Tabla 1. Obtención tamaño muestral proporcional a la muestra y a la varianza

ESTRATOS			Tamaño muestral	
ESTRATO	Tamaño	Varianza	Proporcional a la muestra	Proporcional a la varianza
ESTRATO 1	9268	82,39271	227	209
ESTRATO 2	6346	89,96514	155	149
ESTRATO 3	4514	138,5401	111	132
ESTRATO 4	179	221,4678	4	7
Total	20307		497	497

Fuente. Elaboración propia – Software Excel

5.2. Muestreo estratificado con diseño proporcional a la muestra.

Al aplicar las respectivas ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2. Aplicación diseño proporcional al tamaño de la muestra

ESTRATO	Estimador	Var(Estimada)	n	Var(E)Promedio	n * \bar{y}
1	13,27871128	50,55651854	227	0,222715941	3014,26746
2	16,26281362	120,7900296	155	0,779290514	2520,736111
3	14,26098339	80,21161048	111	0,722627121	1582,969156
4	22,79166667	162,6875	4	40,671875	91,16666667
Totales	66,59417495	414,2456586	497	42,40	7209,139394
Desv/Stan/promedio	\bar{y} Estimada	Margen de Error	Intervalo de confianza		Coef/Variación
6,5	14,50531065	12,8	Lim. Inferior	1,743240783	0,448888017
			Lim. Superior	27,26738052	

Fuente. Elaboración propia – Software Excel

Teniendo en cuenta que $\alpha = 5\%$, a partir de la tabla se observa:

- Consumo promedio estimado: 14,505 metros cúbicos

El estrato 4 tiene el mayor consumo promedio (22,79 metros cúbicos) y el estrato 1 es el de menor consumo promedio (13,27 metros cúbicos).

- Margen de error: 12,8 metros cúbicos. Se observa que es bastante alto, al compararlo con el consumo promedio estimado.
- Intervalo de confianza: (1,74, 27,26) metros cúbicos. Es bastante amplio debido al margen de error obtenido.
- Coeficiente de variación: 0,4488 apropiadamente el 45%. Es un porcentaje bastante elevado.

5.3. Muestreo estratificado con diseño proporcional a la varianza.

Al aplicar las respectivas ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. Aplicación diseño proporcional al tamaño de la varianza - Neyman

ESTRATO	Estimador	Var(Estimada)	n	Var(E)Promedio	n * \bar{y}
1	14,01108867	74,32196667	209	0,355607496	2928,317532
2	14,75693512	88,550372	149	0,594297799	2198,783333
3	14,95045996	165,8362716	132	1,256335391	1973,460714
4	9,654761905	146,7718254	7	20,96740363	67,58333333
Totales	53,37324566	475,4804356	497	23,17364431	7168,144913
Des/Stand/promedio	\bar{y} Estimada	Margen de Error	Intervalo de Confianza		Coef/Variacion
4,8	14,42282679	9,4	Lim. Inferior	5,0	0,33
			Lim. Superior	24	

Fuente. Elaboración propia – Software Excel

Teniendo en cuenta que $\alpha = 5\%$, a partir de la tabla se observa:

- Consumo promedio estimado: 14,42 metros cúbicos

Se observa que es menor el consumo promedio estimado y a diferencia del anterior diseño, el estrato 4 tiene el menor consumo promedio (9,65 metros cúbicos) y los estratos 1, 2 y 3, presentan un consumo promedio similar.

- Margen de error: 9,4 metros cúbicos. Se observa que es menor, al compararlo con el margen de error del diseño proporcional (12,8 metros cúbicos).
- Intervalo de confianza: (5, 24) metros cúbicos. Es menos amplio debido al margen de error obtenido, es decir, hay una mejor precisión.
- Coeficiente de variación: $0,33 = 33\%$. Se observa que es menor al del diseño proporcional, es decir, hay una mejoría.

5.4. Cálculo del Deff

$$Deff = \frac{23,17364431}{42,30} = 0,54659322 < 1$$

De acuerdo con el efecto del diseño (Deff), el diseño de muestreo estratificado con afijación de Neyman es más eficiente, generando así unos intervalos de confianza y varianza más pequeños.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Los principios y técnicas del muestreo evidencian su utilidad y fiabilidad para obtener una muestra representativa que posibilita hacer estimaciones de parámetros de interés, que para este caso es el promedio de consumo de los usuarios del servicio de acueducto del municipio de Pitalito – Huila.

Se estableció el marco muestral a partir del cual se define y aplica el respectivo diseño muestral.

Al aplicar el muestreo estratificado con diseño proporcional a la muestra y muestreo estratificado con diseño proporcional a la varianza, se observa que, para este caso, el diseño proporcional a la varianza con afijación de Neyman, ofrece resultados con menos error.

El muestreo estratificado con diseño proporcional a la varianza, con afijación de Neyman, ofrece valores menos desproporcionados que el muestreo estratificado con afijación proporcional; datos que se relacionan a continuación.

- Consumo promedio estimado: 14,42 metros cúbicos
- Margen de error: 9,4 metros cúbicos.
- Intervalo de confianza: se observa que el consumo promedio oscila entre 5 y 24 metros cúbicos.
- Coeficiente de variación: $0,33 = 33\%$. Ofrece la menor variabilidad, es decir, sus resultados son más fiables.

Sin embargo, las anteriores estimaciones obtenidas exigen la prueba de otro tipo de diseño de mayor alcance o profundidad que permita reducir el coeficiente de variación, debido que, los dos diseños aplicados presentan un coeficiente de variación muy alto y poco útil para la aplicación de cualquiera de los dos modelos anteriores.

7. Lista de Referencias

Alonso, M. & Niño, A. (2002). Estructuración de un modelo de servicio al cliente para la EAAB-ESP. Recuperado en

<https://www.google.com.co/search?q=estructuracion+de+un+modelo+de+servicio+al+cliente+para+la+EAAB&oq=estructuracion+de+un+modelo+de+servicio+al+cliente+para+la+EAAB&aqs=cchrome..69j57.41640j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8> . Consultado el 15 de Octubre de 2016

Barrera, E., Cardona, L., Echeverri, T., Agudelo, G., Vinaccia, S., Ruíz, J. & Aignerren, M. (1998). Investigación sobre los niveles de satisfacción de los clientes -auditoria del servicio- telecomunicaciones empresas públicas de Medellín. La Sociología en sus Escenarios, (1), 1–295. Recuperado en http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/2637/1/BarreraEfren_investigacionnivelessatisfaccion%20.PDF . Consultado el 11 de Octubre de 2016.

Duque, E. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales. Universidad Nacional de Colombia. Enero a Junio de 2005. Recuperado en <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v15n25/v15n25a04.pdf>. Consultado 20 de Octubre de 2016.

Parasuraman, A., Zeithalm, V.A. & Berry, L.L. (1.985). “A conceptual model of service quality and its implications for future research”. Journal of marketing. (Otoño): 41-50.

Pérez, J. (2015). Manual del buen servicio. “La calidad como medio de gestión del servicio”. Recuperado en <http://www.urosario.edu.co/Home/Principal/Orgullo-Rosarista/Adjuntos/manualdelbuenservicio/> . Consultado 5 de Octubre de 2016.

Triviño, U. (2016). Percepción y satisfacción del usuario de los servicios de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. Análisis a encuesta 2015. Recuperado en:

<http://www.superservicios.gov.co/content/download/11558/93558/version/1/file/Encuesta+de+evaluaci%C3%B3n+de+la+satisfacci%C3%B3n+del+cliente+usuario+NSC-U+2015.pdf>

Consultado el 9 de Octubre de 2016